

## ADATOK A PEDIASTRUM SZAPORODÁSÁHOZ

Írta: MIHÁLY ENDRE

A szegedi Pedagógiai Főiskola Növényteni tanszéke, az Állattani tanszékekkel közösen dolgozva, 1953. év januárjától kezdve rendszeres heti gyűjtések alapján végezte a szegedi Rókusi tó (Búvartó) limnológiai vizsgálatát. Az 1—2 m mélységű tó viszonylag tisztának mondható vize phytoplankton fajokban gazdag, a fajok egyedszáma azonban csekély. A fajok között legnagyobb egyedszámban a *Pediastrum*ok fordultak elő. Leggyakrabban voltak a víz felszínén és a középső zónában. Tömegjelenlétük maximuma a tavaszi és az őszi időszakokra esett.

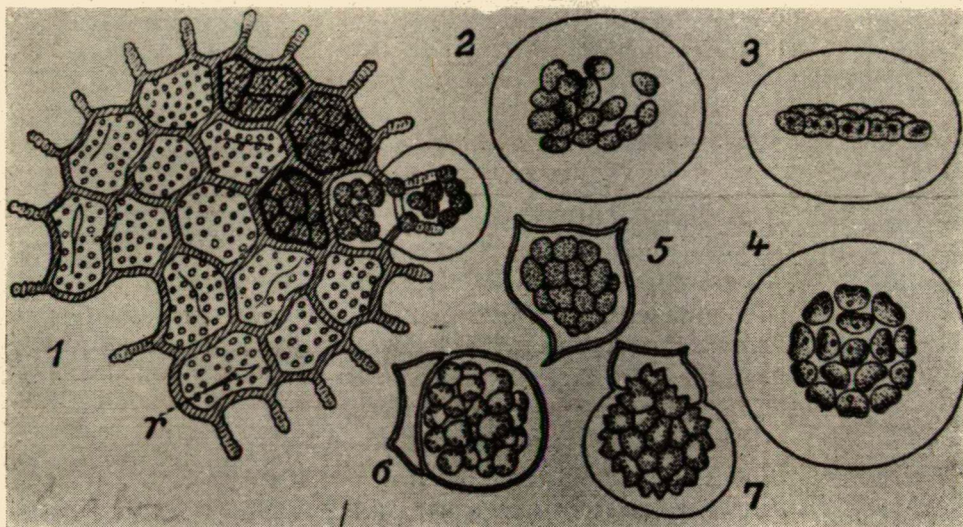
A *Pediastrum*-telepek alakja és felépítettsége minden alkalommal jelentős változékonyságot mutatott. Ez a körülmény arra késztetett, hogy a *Pediastrum*-telepek fejlődését behatóan vizsgáljam és tenyészkísérletek beállításával kövessem. Az egyes gyűjtések anyagából párhuzamosan Knop-oldatos és Knop-ágáros kísérleteket állítottam be. Ezekkel párhuzamosan az eredeti tenyészvízben végbemenő változásokat is vizsgáltam.

A vizsgálatokra két körülmény ösztönzött. 1. A *Pediastrum* genus fajainak nagyfokú variabilitása. 2. A tanszéki kutatómunka iránya, amely a növényi mikroszervezetek változékonyságának vizsgálatára különösen nagy gondot fordít. A *Pediastrum* fajainak elhatárolása — mint arra már BRUNNTHALER is rámutatott [1.] — nagyon nehéz. A tenyész-kísérletek alapján végzett vizsgálatok fontosságáról pedig a következőket mondja: »Eine gründliche teilweise auf Kulturenversuchen basierende Neubearbeitung der Gattung wäre sehr erwünscht.« BIGEARD [2.] vizsgálatai mondhatók e téren igen alaposaknak.

A *Pediastrum* genus a *Chlorococcales* rend *Hydrodictyaceae* családjába tartozik. Korong, kerekded, ovalis vagy csillagalakú cönobiumai többnyire egysejtrétegűek, szabadon lebegők. A sejtek a telepben vagy szorosan záródnak egymáshoz, vagy pedig hézagok hagyásával lazábban illeszkednek teleppé. A sejtek kétfélék: a) szélső, vagy peremi sejtek, gyakran beöblösödők és nyúlványokkal (egy vagy kettő) rendelkeznek, b) belső sejtek, rendszerint szorosan szögletesre nyomódtak (1. ábra 1.) LEMMER-MANN szerint a nyúlványok üregesek és pórusokkal nyílnak a szabadba. Ezen a póruson keresztül egy vékony plazmafonál nyúlik ki.

A *Pediastrum* sejtjei fiatalon egymagvúak, az idősebb sejtek azonban több sejtmagot tartalmaznak. A fali helyzetű kloroplasztisz többnyire átlukgatott. Pyrenoidja van, többnyire szabad keményítőszemek is találhatók. Szaporodása leggyakrabban két ostorral rendelkező zoospórákkal történik, amelyek az anyasejtből hólyagszerű képletbe zártan kerülnek a szabadba, s még a hólyagon belül kezdenek rendeződni cönóbiummá (1. ábra

2—7.) Ezenkívül még egyéb szaporodási módjai is ismeretesek, amelyek közül az ivaros szaporodás a legnevezetesebb. Izogamétái ugyancsak két ostorosak és az anyasejtben nagyobb számban képződnek. Élénk mozgásukkal tűnnek ki. A sejt felszakadása révén kerülnek a szabadba. Egyesülésük után a zygóta bizonyos pihenési állapotba kerül. Tenyésztési kísérleteim során csak a zoospóras szaporodással foglalkoztam, amelynek nyomában a telepek fejlődésének változékonysága jól vizsgálható és rögzíthető volt.



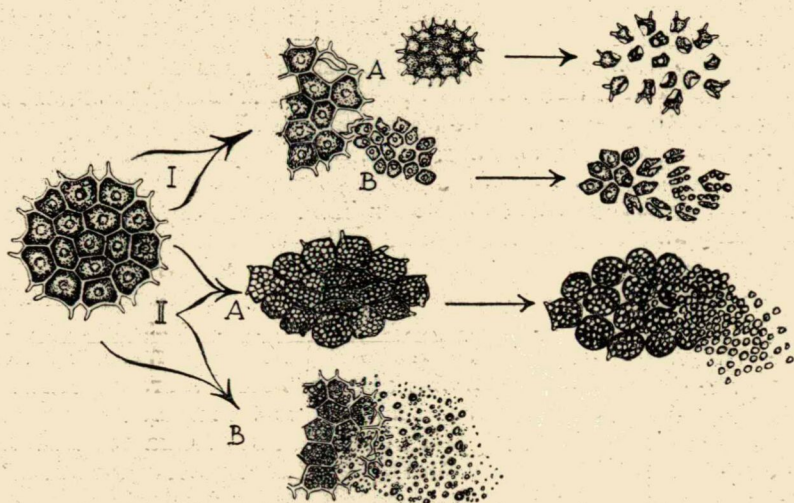
1. ábra: A *Pediatrum* normál szaporodása. 2—4. a szaporító spórák rendeződése. 5—7. polyeder és a belőle fejlődő cönobium.

**Vizsgálati módszer.** A kultúra-kísérletek táplálófolyadékaként a 20-szoros hígítású Knop-féle oldatot használtam. Az ebbe áttett telepek kedvező diffúz fényben — 10—12 C°-os hőmérsékleten — igen gyorsan szaporodtak, s a próbacső vagy a Petri-csésze alját néhány hét alatt élénkzöld, vastag lepedékkel vonták be. Ebből az anyagból különböző időpontokban vettem vizsgálati próbát, s a fejlődési és szaporodási állapotot mikrofelvevételekkel meg is rögzítettem. A telep fejlődésének és szaporodásának vizsgálata szempontjából igen fontos szerepet játszottak az ágáros tenyészetek. Az 1—1.5 %-os ágárlemezeket ugyancsak 20-szoros hígítású Knop-féle oldat használatával Petri-csészékben készítettem. A vékony, átlátszó lemez lehetővé tette a telepek felületről való közvetlen mikrofényképezését. A begyűjtött anyagból, vagy annak Knop-oldatos tenyészetéből igen erősen hígított suspensiót készítettem, s ebből szélesztettem az ágár felületére. A telepek fejlődésének és szaporodásának vizsgálata szempontjából fontos volt ugyanis, hogy izolált, illetve egymástól kellő távolságban lévő telepek keletkezzenek. Az ágáros tenyészetek részére is legmegfelelőbb volt a diffúz fény és a 10—12 fokos hőmérséklet. Az ágárfelületen izoláltan fejlődő telepek folyadékos táptalajba való áttétele klon létrehozását tette lehetővé.



A különböző táptalajokon végzett tenyészkísérletek alapján a *Pediastrum* zoospórás szaporodásnak a telepek fejlődése szerint két fő típusát lehetett megkülönböztetni: I. Az anyasejtek tartalma cönóbiumot képző sejtekre darabolódik fel (2. ábra I.) II. Az anyasejtek tartalma kisebb-nagyobb granulumokra esik szét (2. ábra II.)

I. *Cönóbiumos szaporodás.* Az anyasejt tartalma zoospórákra vagy aplanospórákra darabolódik, s rendszerint burokba zártan lép ki a sejtfal felszakadása után. A burok gyakran nem észlelhető, illetve a spórák kinyomakodása alatt eltűnik.



2. ábra: A telepfejlődés két fő típusa: I. az anyasejtek tartalma spórákat képez, A) tipikus telepfejlődés, B) atipikus telepfejlődés. II. a sejtek granulálódása, A) nagy granulumok képződése, B) kis granulumok képződése.

Ebben az esetben is két típus különböztethető meg:

A) A kilépő zoospórákból vagy aplanospórákból szabályos *Pediastrum* telep képződik (2. ábra A). Az I. tábla 3. ábráján a *Pediastrum duplex* var. *lividum* egy részlete látható. A közepén lévő világosabb mező a zoospóráknak még a sejtből történő rendeződését szemlélteti. A zoospórák gyenge mozgását egy ideig észlelni lehetett. A III. tábla 15. ábráján a *P. brevicorne* kisebb telepe látható. A sejtek tartalma éppen feldarabolódik zoospórákra. A felső jobb oldalon azonban az egyik sejtől a zoospórák már kikerültek, sőt fiatal cönóbiummá rendeződtek. A II. tábla 9. ábráján egy *Pediastrum boryanum* fiatal telepe látható. Jellemző, hogy a fiatal cönóbiumok peremi sejtjeinek nyúlványai viszonylag hosszúak. Az I. tábla 2. ábráján egy *Pediastrum boryanum* telepének összes sejtje új cönóbiumokat képezett. A centrumban jól látható a valamikori cönóbium sejtfalainak maradványa. Az eredeti készítményen a rövid nyúlvány még látható volt. Feltűnő, hogy a fiatal cönóbiumok kb. azonos fejlődési fázisban vannak. Meg kell itt azt is jegyeznünk, hogy a fiatal cönóbiumok peremi sejtjeinél a nyúlványok viszonylag igen hosszúak, s nem a *Pediastrum boryanum* var. *brevicorne* anyatípusát, hanem a *Pediastrum boryanum* törzstípusát

képviselik. Olykor az ágáron a *Pediastrum* szabályosan kialakulóban lévő cönóbiumaiban a sejtek nagy vakuólumokat képeznek, amelyek bizonyos idő múlva a sejtek szétesését idézik elő (II. tábla 12. ábra).

B) A kilépő spórákból nem képződik szabályos cönóbium (2. ábra B). Az anyasejt falának felszakadásakor kikerülő spórák rendszerint mozdulatlanok, azaz aplanospórák, s ahelyett, hogy szabályos telepbe rendeződnének, kevésbé magyarázható módon szabálytalan halmazokat képeznek. Evvel kapcsolatban főként az hangsúlyozandó ki, hogy az egymásmelletti szabálytalan elrendeződés egyben a sejtek szabálytalan formájával és ami a legfeltűnőbb: nyúlvány nélkülségével is kapcsolatos. Az I. tábla 7. ábráján a jobboldalon két ilyen halmazka látható (»a—b«). A »d« részletnél hasonlóan szabálytalan még a fiatal sejtek többsége. Evvel szemben a »c« részletnél két fiatal cönóbium látható, többé-kevésbé szabályos sejtekkel. Az I. tábla 5. ábráján látható anyatelep alsó és felső szegélyén szabálytalan alakú sejtekből álló halmazok képződnek, oldalsó részein pedig az anyasejtekből kilépő spórák többé-kevésbé szabályosak, nyúlvánnyal ellátottak és szabályos fiatal cönóbiumokba rendeződnek. Az I. tábla 4. ábráján rögzített öreg telep jobb oldalán 4 sejtől 4 fiatal cönóbium van kialakulóban. A fiatal sejteknek többnyire van nyúlványuk, azonban alakjuk kevésbé szabályos. Az I. tábla 6. ábra által bemutatott telep »a—b« részleténél a kialakuló cönóbiumok sejtjei nyúlvánnyal rendelkeznek, viszont a »c« és »d« részleteknél némely sejt nyúlványos, némelyik pedig nyúlvány nélküli. Vagyis: egyazon anyasejtből származó cönóbiumnál is szerepelhetnek nyúlványos és nyúlványtalan sejtek egyaránt. Mindez a sejtek elhelyezkedésétől (peremi vagy belső sejt) függetlenül jelentkezik. Oka további vizsgálatokat igényel. A II. tábla 8. ábráján egy *Pediastrum boryanum* var. *brevicorne* idősebb telepe látható. A telep baloldalán az egyik peremi sejt tartalmából egy viszonylag szabályos fiatal cönóbium van kialakulóban. A telep jobboldalán azonban két másik szabálytalan halmazszerű telepecske fejlődik, s a sejtjei is szabálytalanok, nyúlvány nélküliek. Mindebből úgy látszik, hogy a szabálytalan elrendeződés egyben nyúlvány nélkülséggel, a szabályos elrendeződés pedig a peremi sejtek nyúlványosságával jár együtt. Itt tehát a fejlődésben bizonyos korreláció tükröződik. Az előbbieket talán alátámasztja az a körülmény is, hogy a szabálytalan elrendeződésű és nyúlvány nélküli cönóbiumok, illetve fiatal sejthalmazok Knop-oldatba helyezve továbbra is mint sejthalmazok szaporodtak, sőt ágára oltva sem voltak képesek szabályos telepeket létrehozni. A II. tábla 10. ábrája egy ilyen szabálytalan halmazt ábrázol Knop-ágár felületéről fényképezve. A nagy kerülékes sejtekben a fejlett pyrenoidok jól láthatók. A halmaz alsó felében a sejtek kisebb sejtekre osztódtak, amelyek a *Pediastrum*-jellegét már egyáltalán nem képviselik. A jelenség még további vizsgálatokat igényel.

II. *Granulosos szaporodás.* Az anyasejtek tartalma különböző nagyságú granulumokra esik szét. Ebben az esetben az anyasejtekből nem cönóbiumokat képző spórák lépnek ki, hanem a sejt tartalma kisebb nagyobb golyókra különül, s ez a granulált tartalom az egész sejt szétesésével válik szabaddá. Ismét két esetét lehet megkülönböztetni: A) Nagy granulumokra történő osztódást és B) Kis testecskékre való szétesést.

A) Nagy granulumokra való szétesés. Ki kell hangsúlyoznunk, hogy ez a jelenség kizárólag csak az ágárlemezen fejlődő telepek esetében jelentkezett. A folyamat főbb jellemvonásai a következők:

1. A telepek az ágárlemezen többnyire szabálytalan halmazokban jelennek meg.

2. A telepek sejtjei, a peremtől kezdve befelé haladólag, mindinkább kiválnak az előbbi zárt kötelékből és legömbölyödnek.

3. Tartalmuk 3—8 mikron átmérőjű gömbalakú testekre (aplanospórák?) darabolódik fel. A testecskék száma az egyes sejtekben igen nagy, mivel közben az anyasejt mérete is megnagyobbodik.

A II. tábla 13. ábráján látható, hogy a szabálytalan formájú telep peremi sejtjei mindinkább lekerekednek, ezzel egyidejűleg kiválnak az eredeti telep zárt kötelékéből. A középső sejtek még kötelékben vannak, legtöbbször még a szögletes sejtalak is jól kivehető. Ilyen fázisban már csak néhány peremi sejt, rövid nyúlványa, mutatja, hogy ez esetben valóban *Pediastrum* telepről van szó. A III. tábla 14. ábrája egy *Pediastrum boryanum* var. *brevicorne* telep sejtjeinek széthullását mutatja be ágár felületén. A telep alsó részén különösen jól láthatók a szabályos gömbalakú, sok granulumra tagolódott sejtek. A telep felső, illetve jobb oldala már granulumokra esett szét.

A sejtek nagy golyóalakú képletei életképeseknek látszanak. Tapasztalható volt, hogy ágár-lemezre szélesztve kis telepecskéket hoztak létre. A II. tábla 11. ábráján a felső három kisebb telepecske feltehetőleg külön-külön golyóból fejlődött, míg az alsó nagyobb fuzionált telep valószínűleg két granulum fejlődésének eredménye. Ez esetben is jellemző, hogy a telepecskék sejtjei nem mutatják a *Pediastrum* jelleget sem formájukban, sem egymás mellé való rendeződésükben. Feltűnő, hogy az egyes telepecskékben a sejtek egyenlőtlen méretűek. Ez a fejlődés közben való fragmentáció következménye. Néhány nagyobb sejtnél jól felismerhető a Kiss ISTVÁN által leírt horpadásos fragmentáció jelensége, amelynek révén a sejtek gyorsan szaporodnak egymás mellett. A golyóalakú sejtek ellaposodnak, közepük behorpad, majd átlukad. Ez esetben inkább a valóban gyors szaporodást előidéző ún. bipoláris átréselődés folyamata ment végbe. A kilyukadt objektum két pólus felé ki is szakadt, s így két gyengén ívelt kifliszerű képlet keletkezett. Jól látható ez az állapot a 11. mikrofelvétel alsó nagyobb telepénél, különösen a nyállal megjelölt sejtnél.

B) Kis testecskékre való szétesés (2. ábra II. B). Ez a folyamat csak az eredeti tenyészvízben megőregedő telepek esetében volt észlelhető. Két fő jellemvonása van:

1. A telepekben a sejtek nem gömbölyödnek le, hanem többnyire megmaradnak az eredeti kötelékben egészen a szétesés bekövetkezéséig.

2. A sejtek — rendszerint a perifériától befelé haladva — igen apró, 1—6 mikron átmérőjű golyóalakú testecskékre esnek szét. A 16. mikrofelvételen egy *Pediastrum boryanum* var. *brevicorne* telepe látható szétesés kezdetén. A peremi sejtek nagyrésze már teljesen széthullott, csupán a telep alsó két szegélyi sejtje látszik még épnek. A belső sejtek is már granulálódott, illetve fragmentálódott állapotban vannak. E testecskék természetének kiderítése további vizsgálatokat igényel.

Az előbbieken vázolt szaporodási és fejlődési esetek korántsem merítik ki a *Pediastrum* szaporodásának és fejlődésének változatosságát. A feltárak azonban bizonyítják, hogy a növényi mikroszervezetek fejlődésében észlelhető változékonyság kiderítésére csakis a kísérletes tenyésztő módszer vezethet eredményre.

### Irodalom

1. Brunnthaler, J: Protococcales (in Pascher's Süßwasserflora, Jena 1915. p. 105.)
2. Bigeard, E: Les Pediastrum d'Europe. 1933.
3. Kiss István: Az amitótikus sejtosztódás új formájáról. (Biol. Közl. Tom. II. 1—2. füzet 1954. pp 83—92.)
4. Leuerssen, Chr: Grundzüge der Botanik. (Leipzig 1879. p. 172).
5. Oltmanns, Fr. Morphologie u. Biologie der Algen. (Tom I. Jena 1922. p 283.).
6. Printz, H: Chlorophyceae in A. Engler und K. Prantl's Die Natürlichen Pflanzenfamilien. (Tom III. Leipzig 1927. p 113.).

### Данные к размножению вида Педиаструм.

Е. Михай

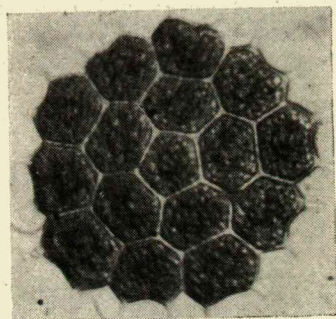
Автор исследовал развитие слоевищ вида Педиаструм на разных питательных средах. Ход развития, описанный в данной работе, оказался самым частным в растворе Кнопа с двадцатикратным разбавлением и на агаре Кнопа (Рисунок I—А, микрофотографии 1—4.). Выходящие из клетки цинобии выпускали иногда типичные клетки с отросточками, а иногда атипичные клетки без отросточков (Рисунок I—В, микрофотографии 5—8.). Из последних образовались также атипичные цинобии (рисунок 10.). Клетки наведённых на агар Кнопа цинобий Педиаструма отделились друг от друга, стали круглыми и всё их содержание распалось потом в относительно крупные пулеобразные фрагменты (рисунок II—А, микрофотографии 13—14.). Эти гранулы, наведённые на агар, образовали также атипичные цинобии (микрофотография 11.). Стареющие в оригинальной воде цинобии распались в мелкие гранулы (рисунок 16.).

### ANGABEN ZUR VERMEHRUNG DER ART PEDIASTRUM

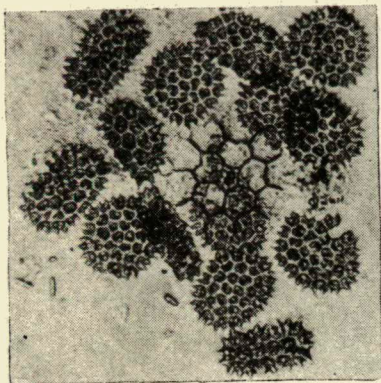
Von E. MIHÁLY

Verfasser unterzog den Entwicklungsgang der Art *Pediastrum* einer tiefgehenden Untersuchung auf verschiedenen Nährböden. Der in der Arbeit dargelegte Entwicklungsgang kam am öftesten in einer Knop'scher Lösung mit 20-maler Verdünnung und auf Knop'schen—Agar vor. (Zeichnung I—А, Mikroaufn. 1—4.). Die aus der Zelle hervortretenden Zoenobien waren teils typisch und hatten Fortsätze, teils aber waren die Zellen atypisch und ohne Fortsätze (Zeichn. I—В, Mikroaufn. 5—8.). Aus letzteren entwickelten sich wieder atypische Zoenobien (Mikroaufn. 10.). Die Zellen der auf Knopsschen Agar angebrachten *Pediastrum*-Zoenobien isolierten sich, nahmen eine Kugelform an, ihr ganzer Gehalt zerfiel dann in verhältnismässig grosse kugelförmige Fragmente. (Zeichn. II—А, Mikroaufn. 13—14.). Diese Granulen, auf Agar angebracht, bildeten wieder atypische Zoenobien (Aufn. 11.). Die in originalem Nährwasser veraltenden Zoenobien zerfielen in winzige Granulen (Aufn. 16.).

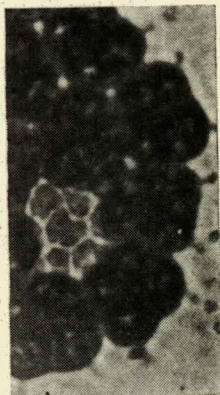




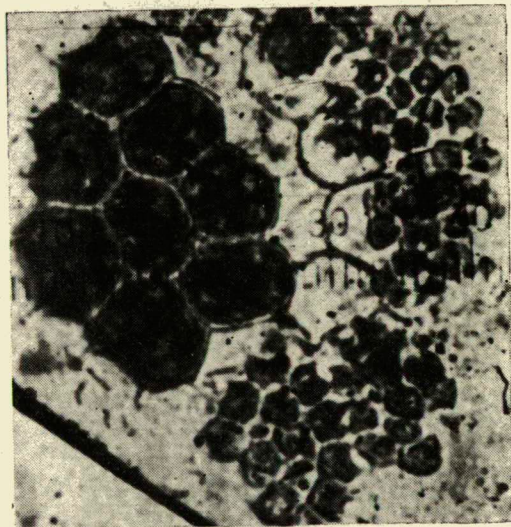
1



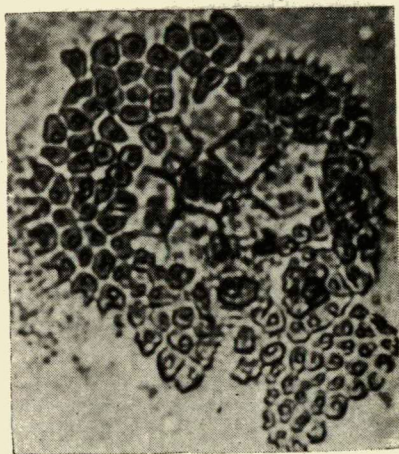
2



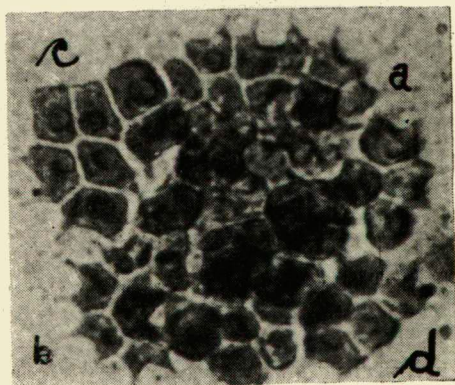
3



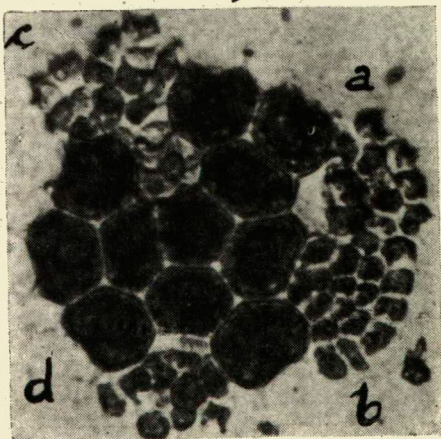
4



5

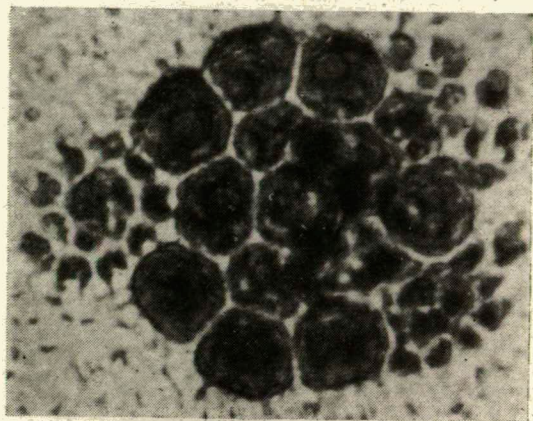


6

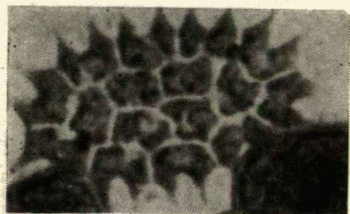


7

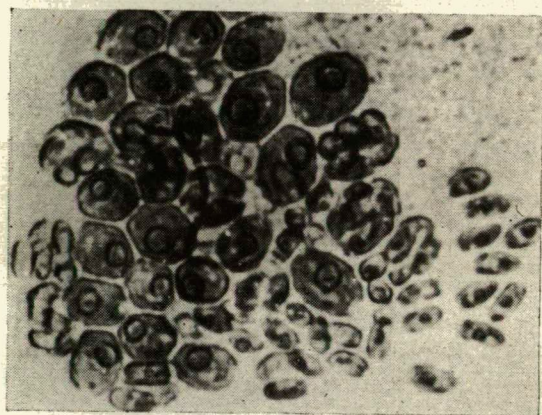




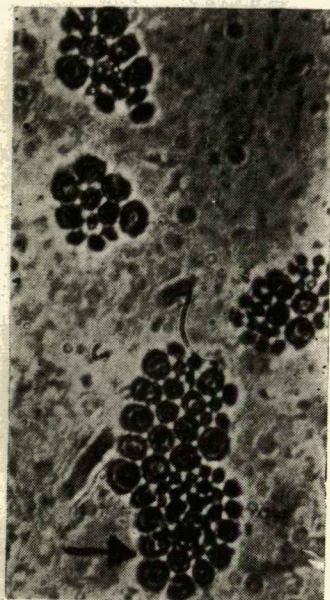
8



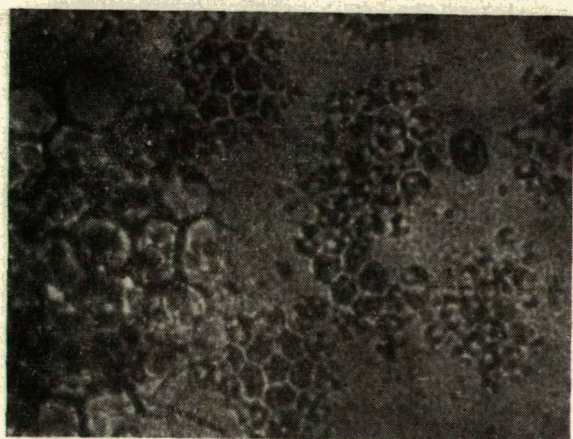
9



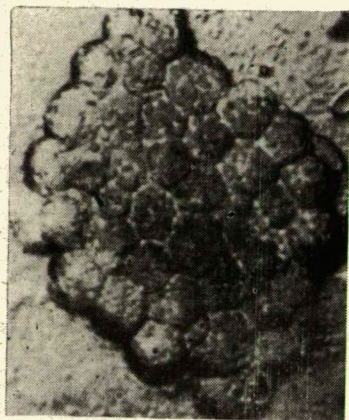
10



11

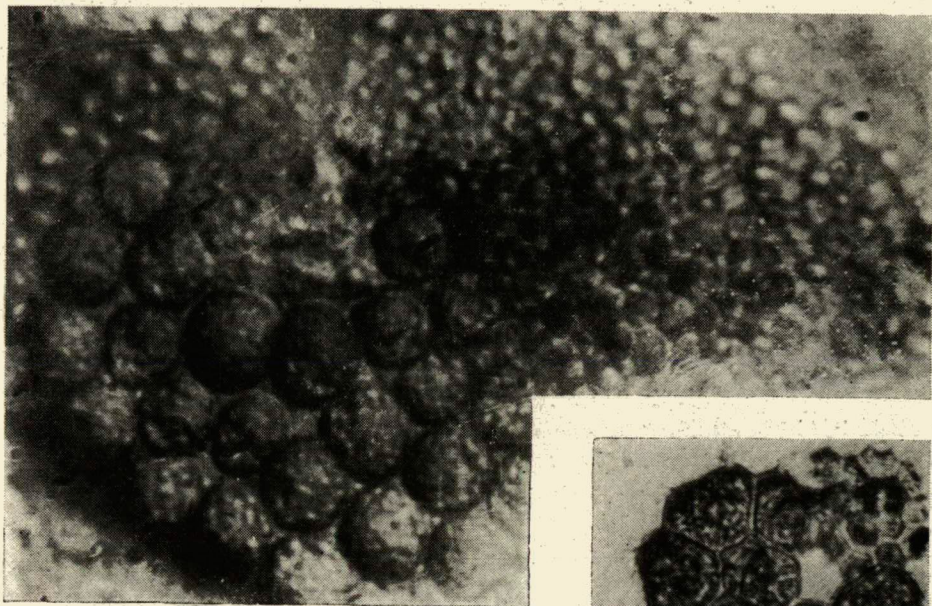


12

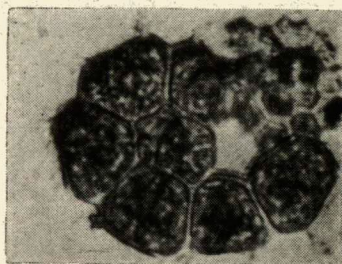


13

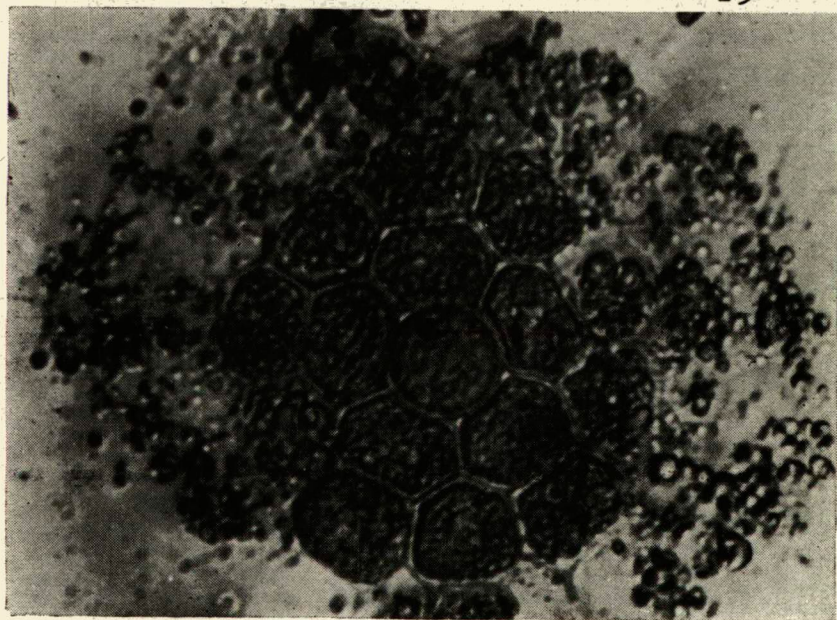




14



15



16

Táblamagyarázat.

1. *Pediastrum boryanum* var. *brevicorne*. 540:1
2. *Pediastrum coenobium* képzése. 320:1
3. *Pediastrum duplex* var. *lividum* egy sejtjében a zoospórák rendeződnek. 840:1
4. *Ped. boryanum* var. *brevicorne* fiatal *coenobium*ainak fejlődése a sejt elhagyása után. 1000:1
- 5—8. Tipikus és atipikus *coenobium*képzés. 5. = 540:1, 6. = 1000:1,  
7. = 800:1, 8. = 820:1
9. *Pediastrum boryanum* fiatal telepe. 1800:1
10. Szabálytalan *coenobium*sejtek Knop-oldatból ágárra oltva szabálytalan sejthalmazt fejlesztenek. 1200:1
- 11.. Nagy granulumok osztódása ágáron. 1080:1
12. A fiatal *coenobium* sejtjei vakuolizáltak. 640:1
13. *Coenobium* sejtek nagy granulumokra való szétesése ágáron. 540:1
14. A sejtek nagy granulumokra való szétesésének előrehaladottabb esete. 1300:1
15. Fiatal *coenobium* kialakulása. 900:1
16. *Pediastrum* sejtjei az eredeti ténylesvízben kis granulumokká-esnek szét. 1300:1